(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) **N° de publication :** **2 833 018**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) **N° d'enregistrement national :** **01 15513**

(51) Int Cl[7] : **C 21 D 11/00,** G 01 K 13/00, G 01 N 21/84

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 30.11.01.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de mise à la disposition du public de la demande :** 06.06.03 Bulletin 03/23.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Se reporter à la fin du présent fascicule*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *L'AIR LIQUIDE SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** BOCKEL MACAL SAVINE et CHAMPINOT CHRISTEL.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :**

(54) METHODE DE CONDUITE ET DE CONTROLE DE PROCEDES DE TRAITEMENT THERMIQUE DE PRODUITS DANS DES FOURS CONTINUS.

(57) La présente invention concerne une méthode de conduite d'un procédé de traitement thermique de produits dans un four de type continu, procédé dans lequel le produit est introduit dans le four, puis traité dans le four à une température T généralement variable selon la zone considérée du four, et sous une atmosphère contenant différentes espèces dont certaines au moins sont mesurables, le produit étant ensuite extrait du four après une durée de traitement donnée, méthode comportant des opérations de mesure de l'un au moins des paramètres du four choisi parmi l'ensemble des paramètres constitué par la température T et les espèces de l'atmosphère dont la présence est mesurable, se caractérisant en ce que l'on mesure dans la zone de chauffe et/ ou dans la zone de refroidissement du four la teneur en H_2O ainsi que la température, par un seul et même instrument de mesure, préférentiellement un système à faisceau laser du type diode laser.

FR 2 833 018 - A1

La présente invention concerne une méthode de conduite et de contrôle de procédés de traitement thermique de produits dans des fours continus.

Elle vise notamment à améliorer la qualité des produits traités thermiquement dans un four en optimisant et maîtrisant le flux, la température, la composition et le renouvellement de l'atmosphère mise en œuvre dans le four.

Les fours visés par la présente invention dits « continus » ou « à chargement continu » ou encore « au défilé » sont par exemple les fours de galvanisation, recuit, brasage ou encore frittage, dans lesquels les propriétés mécaniques de pièces à traiter sont modifiées en présence d'une atmosphère gazeuse particulière à température variable, pour des produits semi-finis ou finis (bandes, tubes, fils, pièces diverses.....).

Généralement, de tels fours continus comprennent plusieurs zones de traitement, avec notamment une zone de préchauffage (ou une zone de délubrification/déliantage dans le cas des procédés de frittage), une zone de traitement (par exemple de recuit qui permet de détendre les contraintes et de recristalliser le métal), une zone de refroidissement, et pour certaines lignes de traitement, une zone comprenant un bain à base de zinc dans lequel est plongé le produit métallique à galvaniser.

Généralement, les différentes zones sont reliées les unes aux autres et forment ainsi une gaine de circulation de l'atmosphère.

Pour assurer ou pour conserver un bon état et de bonnes propriétés de surface des produits, il est indispensable de contrôler l'état de surface, en contrôlant notamment les phénomènes d'oxydation et de décarburation, par exemple dans les procédés de galvanisation afin notamment de faciliter l'adhérence de la couche de zinc à la bande métallique, ou encore lors d'un recuit afin de ne pas dégrader les propriétés mécaniques et l'aptitude aux traitements postérieurs de phosphatation ou de mise en peinture.

Le bon état de surface recherché est obtenu en exposant la pièce à traiter à une atmosphère contrôlée, le plus souvent réductrice, typiquement à

base d'azote et d'hydrogène . Le caractère réducteur de cette atmosphère est notamment lié à la température locale de l'atmosphère et à la valeur locale du rapport de compositions H_2O/ H_2.

En outre, la composition de l'atmosphère du four évolue dans le temps et en fonction de la surface de bande à traiter par unité de temps. En effet la réduction des oxydes à la surface de bande par l'hydrogène génère de la vapeur d'eau dont la pression partielle doit être contrôlée et limitée sous peine de perdre le caractère réducteur de l'atmosphère. On sait également que les entrées d'air parasite participent également à la production de vapeur d'eau dans le four.

Pour régénérer constamment cette atmosphère contrôlée dans le four, le mélange gazeux est injecté à plusieurs endroits du four. A titre d'exemple, pour la galvanisation, le mélange est injecté couramment en plusieurs points dans la zone de refroidissement mais aussi dans la trompe, dont une extrémité plonge dans le bain de zinc et dont l'autre extrémité est raccordée à la sortie de la zone de refroidissement, de sorte que l'atmosphère réductrice circule en sens opposé au sens de défilement de la bande métallique à traiter.

Une des questions que la présente invention se propose d'améliorer est l'ajustement des débits et de la composition du mélange hydrogéné dans les différentes zones du four. Cet ajustement sera effectué pour répondre à deux attentes :

- une attente de « qualité métallurgique » : on ajuste le caractère réducteur en maîtrisant la composition du flux et notamment le rapport H_2O/H_2,
- une attente de type « thermique » : le débit et la composition des mélanges hydrogéné influencent les transferts thermiques : par exemple, dans les zones de refroidissement, le débit et la composition du fluxinfluencent fortement le gradient de refroidissement et donc la qualité métallurgique des pièces obtenues .

Les paramètres du procédé et notamment les niveaux de température et du point de rosée requis tout au long du traitement dépendent également

des éléments interstitiels dans le métal qui peuvent ségréger aux interfaces et induire des propriétés mécaniques dégradées en cas de mauvais contrôle du procédé.

Un ajustement fin du contrôle du procédé devient alors nécessaire pour répondre à la demande toujours croissante de qualité des aciers finis ou semi-finis.

La Demanderesse a pu démontrer qu'il était possible de réaliser un tel ajustement –contrairement à ce que l'on trouve dans la pratique actuelle de cette industrie- par des points de mesure continus précis, juste au-dessus du niveau de la charge, bien choisis dans les différentes zones du four. Cet ajustement permettra d'optimiser le procédé en termes de cadence, qualité métallurgique et coût de l'atmosphère.

Dans la pratique actuelle de cette industrie, les informations de température disponibles pour l'opérateur du four (ou d'ailleurs les logiciels de conduite de four commercialement disponibles) sont généralement des mesures délivrées par un ou plusieurs thermocouples situés dans le four. Ces thermocouples sont situés au niveau de la paroi du four et donc le plus souvent loin de la charge et ne sont pas représentatifs du flux thermique reçu par la charge. Cette mesure est de plus une mesure ponctuelle habituellement située sur l'axe du four et qui ne rend pas compte des éventuelles variations dudit paramètre sur toute la largeur du four.

Les mesures de température de bandes peuvent être également effectuées par pyrométrie infrarouge. La mesure est déduite de la luminance du pyromètre qui dépend de l'émissivité de la tôle et du flux réfléchi. Cette émissivité peut varier largement (typiquement de 0.35 à 0.9) en fonction de l'état d'oxydation de la tôle et peut donc fausser la mesure. Il faut recourir pour pallier ce défaut à de nombreux étalonnages.

Par ailleurs les moyens d'analyse habituellement utilisés pour la mesure du point de rosée sont des moyens intrusifs, locaux et par prélèvement d'un échantillon gazeux : hygromètres à miroir, capacitifs, ou encore infrarouge.

Les principaux inconvénients de l'hygromètre à miroir sont liés à la pollution rapide du miroir par des poussières ou des vapeurs métalliques comme la vapeur de zinc, ce qui demande un nettoyage fréquent, et sont liés à la lenteur des réponses : ils ne sont donc pas adaptés pour un cahier des charges de mesure en continu et instantanée.

On sait que des problèmes de dérives sont observés sur les hygromètres capacitifs nécessitant donc un étalonnage fréquent.

Notons cependant que l'hygromètre infrarouge est lui adapté à la régulation d'atmosphère mais a un seuil de détection limité et qui demande un ré-étalonnage périodique.

On vient d'illustrer le cas des mesures de vapeur d'eau, on sait que les autres espèces que l'on pourrait être amené à analyser dans un tel four continu sont par exemple O_2, CH_4, CO, ou encore CO_2 selon les zones du four considérées. Comme précédemment, les analyseurs utilisés qui sont généralement dédiés à la mesure d'une seule espèce sont basés sur des méthodes intrusives, locales et par prélèvement d'échantillon. Ce prélèvement génère potentiellement une maintenance de la ligne de prélèvement, un temps de réponse correspondant au temps de circulation du gaz entre le procédé et l'analyseur et une pollution éventuelle de la mesure par la ligne où peuvent se produire des réactions chimiques entre les gaz aspirés dont la mesure ne sera alors plus représentative de l'état du four four.

Toujours à titre illustratif, considérons l'exemple de l'industrie du frittage, où selon la pratique actuelle, on n'effectue pas réellement de contrôles, se contentant de façon relativement empirique d'allonger la zone de déliantage (délubrification) correspondant à la zone de préchauffage, pour avoir la certitude que le déliantage s'effectue complètement. Un contrôle de certaines espèces gazeuses selon la présente invention comme précédemment décrit peut alors on le conçoit permettre de raccourcir le cycle.

La présente invention vise à résoudre les problèmes ainsi posés et d'éviter les inconvénients de l'art antérieur.

Selon l'invention on contrôle, de manière continue, dans la zone de chauffe et/ou dans la zone de refroidissement du four la teneur en H_2O ainsi que la température, par un seul et même instrument de mesure.

Cet instrument est selon le mode préféré de l'invention un système à diode laser. Ce système non intrusif permet de mesurer en temps réel la moyenne des concentrations d'espèces gazeuses sur la longueur du chemin optique du laser. La diode laser sera placée à proximité de la surface des produits, typiquement à une distance comprise entre 1mm et 15 cm, plus préférentiellement entre 2 cm et 6 cm.

On sait que c'est aux environs de la surface que les valeurs des pressions partielles en H_2O, ainsi que la température interviennent dans les mécanismes réactionnels de surface, notamment d'oxydation. Ce contrôle au plus près de la surface permet également le développement –dans de meilleures conditions- d'outils prédictifs par la modélisation et la bonne mise en œuvre de la méthode proposée. En effet, la modélisation, validée par des moyens de mesure fiables comme la diode laser, permet d'optimiser et de calculer les débits et composition des mélanges gazeux nécessaires dans les différentes parties du four et par exemple en fonction de la quantité de charge qui passe par unité de temps dans le four. La localisation des points d'injection de gaz pourra être également optimisée grâce à la modélisation.

Les avantages de l'utilisation d'une diode laser, outre comme on l'a signalé plus haut des mesures précises en temps réel, non intrusives, moyennées sur la largeur du four, réside également dans la possibilité de faire du multiplexage. On peut ainsi disposer d'un unique système de diode laser, relié à plusieurs points de mesure. Ainsi, pour chaque four continu, on peut élaborer une stratégie de contrôle de four qui consistera à piloter et réguler le four grâce à des points de mesure choisis dans les différentes parties du four.

A titre illustratif, selon la pratique actuelle dans les fours de galvanisation, les mélanges gazeux d'azote ou d'azote/hydrogène sont fixés et ne varient pas au cours du temps, quelles que soient les vitesses , les géométries et la métallurgie de la bande. Le choix de l'atmosphère gazeuse,

pour une ligne qui change souvent de format du produit et de type de produit est effectué pour satisfaire le cas le plus défavorable, celui où la surface à traiter par unité de temps est maximale. Quelle que soit la surface à traiter et la vitesse de la charge, il est couramment nécessaire d'assurer un point de rosée aux environs de –20°C dans la zone de refroidissement (on trouve dans la littérature souvent le terme de « jet coolers ») et aux environs de – 40°C dans la trompe, et d'assurer également une température de la bande aux environs de 400 à 500°C à l'entrée du bain de zinc. Ainsi, par ces pratiques actuelles, le procédé n'est pas optimisé.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la diode, placée dans la zone de refroidissement et dans la trompe permet d'acquérir le point de rosée et la température au voisinage de la surface. Le point de rosée et la température peuvent être régulés en modifiant débits et/ou composition du mélange hydrogène-azote utilisé afin d'une part d'éviter toute réoxydation de la charge dans la zone de refroidissement et d'autre part de réduire les oxydes présents à la surface de la charge à l'entrée de la zone de recuit (oxydes généralement formés dans la zone de préchauffe). Ces débits et compositions varient préférentiellement en fonction de la quantité de surface de la charge qui passe par unité de temps. Une mesure du point de rosée dans les zones de recuit et de préchauffage pourra avantageusement être également effectuée à l'aide de la même diode afin de pouvoir détecter toute entrée d'air ou trace de vapeur d'eau formée par réaction de l'hydrogène avec une quantité anormale d'oxyde.

Pour des fours de frittage, dans la zone de délubrification, la vapeur d'eau mesurée par la diode laser permet d'accélérer le phénomène de délubrification (oxydation des huiles résiduelles des pièces issues de la presse) puisqu'on l'a vu précédemment, selon la pratique actuelle, on se contente de façon relativement empirique d'allonger la zone de préchauffage pour avoir la certitude que le déliantage s'effectue complètement. Et par ailleurs une bonne connaissance de la température au voisinage des pièces est également un bon indicateur de l'évolution du déliantage.

Avantageusement, un point de mesure supplémentaire par diode laser ou tout autre système fin et à temps de réponse adapté de mesure du CO_2 et/ou des hydrocarbures peut être placée dans cette zone (préférentiellement en fin de zone de délubrification) afin d'attester de la fin du mécanisme de délubrification. Cela permettra d'optimiser ainsi le temps de délubrification et donc la cadence des pièces dans le four.

La présente invention concerne donc une méthode de conduite d'un procédé de traitement thermique de produits dans un four de type continu, procédé dans lequel le produit est introduit dans le four, puis traité dans le four à une température T généralement variable selon la zone considérée du four, et sous une atmosphère contenant différentes espèces dont certaines au moins sont mesurables, le produit étant ensuite extrait du four après une durée de traitement donnée, méthode comportant des opérations de mesure de l'un au moins des paramètres du four choisi parmi l'ensemble des paramètres constitué par la température T et les espèces de l'atmosphère dont la présence est mesurable, se caractérisant en ce que l'on mesure dans la zone de chauffe et/ou dans la zone de refroidissement du four la teneur en H_2O ainsi que la température, par un seul et même instrument de mesure.

Le procédé peut en outre présenter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- on effectue ladite mesure à l'aide d'un faisceau laser émis par des moyens émetteurs de faisceau laser et capté, après avoir traversé au moins une fois le four, par des moyens de réception de faisceau laser, ledit faisceau laser traversant le four à une distance du produit, lorsque l'on effectue la mesure, qui est comprise entre 1 mm et 15 cm, de préférence entre 2 et 6 cm, la réception du faisceau laser par les moyens de réception permettant de mesurer l'un au moins des paramètres souhaités par évaluation de l'absorption du laser par l'espèce.

- on contrôle également la zone de préchauffe du four par une mesure de la teneur en H_2O ainsi que la température à l'aide d'un seul et même instrument de mesure.

- on effectue ladite mesure dans la zone de préchauffe à l'aide d'un faisceau laser émis par des moyens émetteurs de faisceau laser et capté, après avoir traversé au moins une fois le four, par des moyens de réception de faisceau laser, ledit faisceau laser traversant le four à une distance du produit, lorsque l'on effectue la mesure, qui est comprise entre 1 mm et 15 cm, de préférence entre 2 et 6 cm, la réception du faisceau laser par les moyens de réception permettant de mesurer l'un au moins des paramètres souhaités par évaluation de l'absorption du laser par l'espèce.

- on contrôle dans la zone de préchauffe également au moins l'une des deux espèces parmi CO_2 et C_xH_y , à l'aide d'un système à faisceau laser ou de tout autre système de mesure adapté.

- ledit procédé est un procédé de frittage, ledit four étant un four de frittage, et la zone de préchauffe du four ainsi contrôlée est une zone de délubrification. On procède alors préférentiellement à ce contrôle en fin de la zone de préchauffe.

- ledit procédé est un procédé de galvanisation, mettant en œuvre une zone de préchauffe, une zone de chauffe, une zone de refroidissement et une zone comprenant un bain à base de zinc dans lequel est plongé le produit à galvaniser, et l'on contrôle également la trompe, dont une extrémité plonge dans le bain de zinc et dont l'autre extrémité est raccordée à la sortie de la zone de refroidissement, en y effectuant une mesure de la teneur en H_2O ainsi que la température à l'aide d'un seul et même instrument de mesure.

- on effectue ladite mesure dans la trompe à l'aide d'un faisceau laser émis par des moyens émetteurs de faisceau laser et capté, après avoir traversé au moins une fois le four, par des moyens de réception de faisceau laser, ledit faisceau laser traversant le four à une distance du produit, lorsque l'on effectue la mesure, qui est comprise entre 1 mm et 15 cm, de préférence entre 2 et 6 cm, la réception du faisceau laser par les moyens de réception

permettant de mesurer l'un au moins des paramètres souhaités par évaluation de l'absorption du laser par l'espèce.

- on effectue l'ensemble desdites mesures en mode « multiplexage » par le fait que l'on dispose d'un unique système source de laser relié à plusieurs points de mesure dans le four.

La présente invention concerne également une installation de traitement thermique de produits dans un four de type continu, traitement dans lequel le produit est introduit dans le four, puis traité dans le four à une température T généralement variable selon la zone considérée du four, et sous une atmosphère contenant différentes espèces dont certaines au moins sont mesurables, le produit étant ensuite extrait du four après une durée de traitement donnée, comportant des moyens de mesure de l'un au moins des paramètres du four choisi parmi l'ensemble des paramètres constitué par la température T et les espèces de l'atmosphère dont la présence est mesurable, et se caractérisant en ce que lesdits moyens de mesure comportent un seul et même instrument de mesure apte à mesurer dans la zone de chauffe et/ou dans la zone de refroidissement du four la teneur en H_2O ainsi que la température.

L'installation selon la présente invention pourra adopter l'une ou plusieurs des caractéristiques techniques suivantes :

- ledit seul et même instrument de mesure utilise un faisceau laser émis par des moyens émetteurs de faisceau laser et capté, après avoir traversé au moins une fois le four, par des moyens de réception de faisceau laser, ledit faisceau laser traversant le four à une distance du produit, lorsque l'on effectue la mesure, qui est comprise entre 1 mm et 15 cm, de préférence entre 2 et 6 cm, la réception du faisceau laser par les moyens de réception permettant de mesurer l'un au moins des paramètres souhaités par évaluation de l'absorption du laser par l'espèce.

- l'installation est une installation de frittage comprenant une zone de préchauffe et elle comprend des moyens de mesure comportant un seul et même instrument de mesure apte à mesurer dans la zone de préchauffe du

four la teneur en H_2O ainsi que la température, préférentiellement en fin de zone de préchauffe.

- ledit seul et même instrument de mesure de la zone de préchauffe utilise un faisceau laser émis par des moyens émetteurs de faisceau laser et capté, après avoir traversé au moins une fois le four, par des moyens de réception de faisceau laser, ledit faisceau laser traversant le four à une distance du produit, lorsque l'on effectue la mesure, qui est comprise entre 1 mm et 15 cm, de préférence entre 2 et 6 cm, la réception du faisceau laser par les moyens de réception permettant de mesurer l'un au moins des paramètres souhaités par évaluation de l'absorption du laser par l'espèce.

- elle comprend également des moyens de mesure, dans la zone de préchauffe, d'au moins l'une des deux espèces parmi CO_2 et C_xH_y , ces moyens étant basés sur un système à faisceau laser ou sur tout autre système de mesure adapté.

- l'installation est une installation de galvanisation comprenant une zone de préchauffe, une zone de chauffe, une zone de refroidissement et une zone comprenant un bain à base de zinc dans lequel dans lequel peut être plongé le produit à galvaniser, ainsi qu'une trompe, dont une extrémité plonge dans le bain de zinc et dont l'autre extrémité est raccordée à la sortie de la zone de refroidissement, et elle comprend des moyens de mesure comportant un seul et même instrument de mesure apte à mesurer dans la trompe la teneur en H_2O ainsi que la température.

- lesdits moyens de mesure dans la trompe utilisent un faisceau laser émis par des moyens émetteurs de faisceau laser et capté, après avoir traversé au moins une fois le four, par des moyens de réception de faisceau laser, ledit faisceau laser traversant le four à une distance du produit, lorsque l'on effectue la mesure, qui est comprise entre 1 mm et 15 cm, de préférence entre 2 et 6 cm, la réception du faisceau laser par les moyens de réception permettant de mesurer l'un au moins des paramètres souhaités par évaluation de l'absorption du laser par l'espèce.

Selon le mode préféré de l'invention, le moyen de mesure est donc constitué par une diode laser. Le principe de la diode laser consiste à mesurer l'absorption d'une partie d'un faisceau laser émis à une longueur d'onde appropriée par le gaz dont on cherche à mesurer la concentration. Dans le cadre de la présente invention, on entend par diode laser un système de mesure se composant d'un émetteur de faisceau laser ayant de préférence une longueur d'onde variable dans une plage de longueurs d'ondes allant typiquement de 0.65 à 5 µm, préférentiellement dans le proche IR de 0.65 à 2.5 µm, qui englobe l'une au moins des longueurs caractéristiques absorbée par l'espèce dont on veut détecter la présence (et la concentration après calibrage de l'appareil) et d'un récepteur de ce faisceau après sa traversée du milieu à analyser et de moyens de comparaison, par exemple de l'amplitude du faisceau laser reçu (intensité du faisceau) et de l'amplitude du faisceau laser émis dans toute la plage de longueurs d'ondes considérées. Pour plus de détails sur ce type de système de mesure à diode laser, on pourra se reporter à l'article de Mark G. Allen, intitulé « Diode Laser Absorption Sensors for Gas Dynamic and Combustion Flows » et publié dans la revue Meas. Sci. Technology, 9, 1998, pages 545 à 562.

Selon l'invention, la diode laser est donc réglée pour mesurer toutes les informations nécessaires, par exemple l'absorption de l'espèce H_2O et la température moyenne le long du chemin optique parcouru par le rayon laser. On peut ainsi disposer d'un unique système de diode laser, relié à plusieurs points de mesure (multiplexage). Pour plus de détails sur ce mode particulier de fonctionnement en multiplexage d'une diode laser, on pourra se reporter à la demande de brevet N°PCT/US/00/28869, déposée le 1er novembre 2000.

Comme on l'a vu précédemment, selon un des modes de réalisation envisageable de l'invention, on utilise plusieurs diodes mesurant chacune une

ou plusieurs espèces parmi les informations nécessaires. Ces différentes diodes laser peuvent éventuellement être utilisées dans le mode multiplexé pour multiplier les points de mesures sur le four, comme décrit ci-avant. Le système de diode laser est installé à l'emplacement voulu sur le four qui comportera des ouvertures ou fenêtres de visée.

Le rayon laser pénètre dans le four par les fenêtres de visée. L'émetteur et le récepteur laser peuvent être positionnés derrière chacune de ces fenêtres de visée placées de part et d'autre du produit, en général dans les parois latérales du four. Selon une variante, l'émetteur et le récepteur peuvent être placés derrière la même fenêtre de visée et un miroir est alors placé derrière l'autre fenêtre de visée de manière à réfléchir le rayon laser émis par l'émetteur vers le récepteur. Un gaz généralement inerte, par exemple de l'azote, peut être utilisé pour nettoyer la surface des fenêtres de visée de l'émetteur et du récepteur de la diode laser afin d'éviter le dépôt de poussière préjudiciable à la mesure et/ou également pour prévenir un échauffement trop important de l'émetteur et du récepteur. (la température du gaz utilisé sera de préférence inférieure ou égale à la température ambiante). Dans le cadre de la présente invention, le terme « moyens émetteurs de faisceau laser » (ou plus simplement « diode laser » qui a la même signification plus particulièrement lié à un type de source de faisceau laser), couvre les différentes variantes décrites ci-avant : on peut soit disposer d'une seule source de faisceau laser que l'on envoie successivement dans différentes fibres optiques ou autres guides optiques (multiplexage) ou bien disposer d'une source de faisceau laser pour chaque fenêtre de visée, ou une combinaison de ces deux modes. Lorsqu'on utilise plusieurs sources de faisceau laser afin de mesurer une ou plusieurs espèces à partir de chaque source de faisceau laser, chaque source peut elle-même être utilisée en mode multiplexage ou bien en prévoyant une diode pour chaque fenêtre de visée, ou une combinaison de ces deux modes, selon les espèces et/ou les fenêtres.

L'utilisation d'une diode laser telle que définie ci-dessus présente on l'aura compris de nombreux avantages :

i) la mesure s'effectue le long du chemin optique, et représente donc la moyenne spatiale sur toute la largeur du four, pour la concentration de l'espèce désirée,

j) la mesure peut s'effectuer à quelques cm au dessus de la charge sans pénétration d'instrument dans le four ce qui évite, par rapport aux systèmes de l'art antérieur:

- une maintenance élevée des capteurs en contact fréquent avec des produits de combustion à haute température,
- un accès au capteur limité et difficile,
- un effet pouvant engendrer des modifications du transfert thermique à la charge au cas où une sonde est disposée au dessus de celle-ci, à quelques cm.
- la possibilité d'utiliser un seul émetteur de laser duquel part un réseau de fibres optiques pouvant être disposées en de multiples points autour du four.

REVENDICATIONS

1. Méthode de conduite d'un procédé de traitement thermique de produits dans un four de type continu, procédé dans lequel le produit est introduit dans le four, puis traité dans le four à une température T généralement variable selon la zone considérée du four, et sous une atmosphère contenant différentes espèces dont certaines au moins sont mesurables, le produit étant ensuite extrait du four après une durée de traitement donnée, méthode comportant des opérations de mesure de l'un au moins des paramètres du four choisi parmi l'ensemble des paramètres constitué par la température T et les espèces de l'atmosphère dont la présence est mesurable,

caractérisée en ce que l'on mesure dans la zone de chauffe et/ou dans la zone de refroidissement du four la teneur en H_2O ainsi que la température, par un seul et même instrument de mesure.

2. Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'on effectue ladite mesure à l'aide d'un faisceau laser émis par des moyens émetteurs de faisceau laser et capté, après avoir traversé au moins une fois le four, par des moyens de réception de faisceau laser, ledit faisceau laser traversant le four à une distance du produit, lorsque l'on effectue la mesure, qui est comprise entre 1 mm et 15 cm, de préférence entre 2 et 6 cm, la réception du faisceau laser par les moyens de réception permettant de mesurer l'un au moins des paramètres souhaités par évaluation de l'absorption du laser par l'espèce.

3. Méthode selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que l'on contrôle également la zone de préchauffe du four par une mesure de la teneur en H_2O ainsi que de la température à l'aide d'un seul et même instrument de mesure.

4. Méthode selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'on effectue ladite mesure dans la zone de préchauffe à l'aide d'un faisceau laser

émis par des moyens émetteurs de faisceau laser et capté, après avoir traversé au moins une fois le four, par des moyens de réception de faisceau laser, ledit faisceau laser traversant le four à une distance du produit, lorsque l'on effectue la mesure, qui est comprise entre 1 mm et 15 cm, de préférence entre 2 et 6 cm, la réception du faisceau laser par les moyens de réception permettant de mesurer l'un au moins des paramètres souhaités par évaluation de l'absorption du laser par l'espèce.

5. Méthode selon la revendication 3 ou 4, caractérisée en ce que l'on contrôle dans la zone de préchauffe également au moins l'une des deux espèces parmi CO_2 et C_xH_y , à l'aide d'un système à faisceau laser ou de tout autre système de mesure adapté.

6. Méthode selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisée en ce que ledit procédé est un procédé de frittage, ledit four étant un four de frittage, et en ce que la zone de préchauffe du four ainsi contrôlée est une zone de délubrification.

7. Méthode selon l'une des revendications 1 à 5 caractérisée en ce que ledit procédé est un procédé de galvanisation, mettant en œuvre une zone de préchauffe, une zone de chauffe, une zone de refroidissement et une zone comprenant un bain à base de zinc dans lequel est plongé le produit à galvaniser, et en ce que l'on contrôle également la trompe, dont une extrémité plonge dans le bain de zinc et dont l'autre extrémité est raccordée à la sortie de la zone de refroidissement, en y effectuant une mesure de la teneur en H_2O ainsi que de la température à l'aide d'un seul et même instrument de mesure.

8. Méthode selon la revendication 7, caractérisée en ce que l'on effectue ladite mesure dans la trompe à l'aide d'un faisceau laser émis par des moyens émetteurs de faisceau laser et capté, après avoir traversé au moins une fois le four, par des moyens de réception de faisceau laser, ledit faisceau laser traversant le four à une distance du produit, lorsque l'on effectue la mesure, qui est comprise entre 1 mm et 15 cm, de préférence entre 2 et 6 cm, la réception du faisceau laser par les moyens de réception

permettant de mesurer l'un au moins des paramètres souhaités par évaluation de l'absorption du laser par l'espèce.

9. Méthode selon l'une des revendications précédentes caractérisée en ce que l'on effectue l'ensemble desdites mesures en mode « multiplexage » par le fait que l'on dispose d'un unique système source de laser relié à plusieurs points de mesure dans le four.

10. Installation de traitement thermique de produits dans un four de type continu, traitement dans lequel le produit est introduit dans le four, puis traité dans le four à une température T généralement variable selon la zone considérée du four, et sous une atmosphère contenant différentes espèces dont certaines au moins sont mesurables, le produit étant ensuite extrait du four après une durée de traitement donnée, comportant des moyens de mesure de l'un au moins des paramètres du four choisi parmi l'ensemble des paramètres constitué par la température T et les espèces de l'atmosphère dont la présence est mesurable,

caractérisée en ce que lesdits moyens de mesure comportent un seul et même instrument de mesure apte à mesurer dans la zone de chauffe et/ou dans la zone de refroidissement du four la teneur en H_2O ainsi que la température.

11. Installation selon la revendication 10, caractérisée en ce que ledit seul et même instrument de mesure utilise un faisceau laser émis par des moyens émetteurs de faisceau laser et capté, après avoir traversé au moins une fois le four, par des moyens de réception de faisceau laser, ledit faisceau laser traversant le four à une distance du produit, lorsque l'on effectue la mesure, qui est comprise entre 1 mm et 15 cm, de préférence entre 2 et 6 cm, la réception du faisceau laser par les moyens de réception permettant de mesurer l'un au moins des paramètres souhaités par évaluation de l'absorption du laser par l'espèce.

12. Installation selon la revendication 10 ou 11, caractérisée en ce que l'installation est une installation de frittage comprenant une zone de préchauffe et en ce qu'elle comprend des moyens de mesure comportant un

seul et même instrument de mesure apte à mesurer dans la zone de préchauffe du four la teneur en H_2O ainsi que la température.

13. Installation selon la revendication 12, caractérisée en ce que ledit seul et même instrument de mesure de la zone de préchauffe utilise un faisceau laser émis par des moyens émetteurs de faisceau laser et capté, après avoir traversé au moins une fois le four, par des moyens de réception de faisceau laser, ledit faisceau laser traversant le four à une distance du produit, lorsque l'on effectue la mesure, qui est comprise entre 1 mm et 15 cm, de préférence entre 2 et 6 cm, la réception du faisceau laser par les moyens de réception permettant de mesurer l'un au moins des paramètres souhaités par évaluation de l'absorption du laser par l'espèce.

14. Installation selon la revendication 12 ou 13, caractérisée en ce qu'elle comprend également des moyens de mesure, dans la zone de préchauffe, d'au moins l'une des deux espèces parmi CO_2 et C_xH_y , ces moyens étant basés sur un système à faisceau laser ou sur tout autre système de mesure adapté.

15. Installation selon la revendication 10 ou 11, caractérisée en ce que l'installation est une installation de galvanisation comprenant une zone de préchauffe, une zone de chauffe, une zone de refroidissement et une zone comprenant un bain à base de zinc dans lequel dans lequel peut être plongé le produit à galvaniser, ainsi qu'une trompe, dont une extrémité plonge dans le bain de zinc et dont l'autre extrémité est raccordée à la sortie de la zone de refroidissement, et en ce qu'elle comprend des moyens de mesure comportant un seul et même instrument de mesure apte à mesurer dans la trompe la teneur en H_2O ainsi que la température.

16. Installation selon la revendication 15, caractérisée en ce que lesdits moyens de mesure dans la trompe utilisent un faisceau laser émis par des moyens émetteurs de faisceau laser et capté, après avoir traversé au moins une fois le four, par des moyens de réception de faisceau laser, ledit faisceau laser traversant le four à une distance du produit, lorsque l'on effectue la mesure, qui est comprise entre 1 mm et 15 cm, de préférence

entre 2 et 6 cm, la réception du faisceau laser par les moyens de réception permettant de mesurer l'un au moins des paramètres souhaités par évaluation de l'absorption du laser par l'espèce.

INPI
INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE

2833018

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 611258
FR 0115513

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
D,A	ALLEN M G: "DIODE LASER ABSORPTION SENSORS FOR GAS-DYNAMIC AND COMBUSTION FLOWS" MEASUREMENT SCIENCE AND TECHNOLOGY, IOP PUBLISHING, BRISTOL, GB, vol. 9, no. 4, 1 avril 1998 (1998-04-01), pages 545-562, XP000780563 ISSN: 0957-0233 * page 555; figures 7,10 *	1,2,5, 10,11,14	G01K13/00 G01K11/30 G01N23/083
D,A	WO 01 33200 A (AIR LIQUIDE ;MULHALL PHILLIP A (US); WETJEN ERIC (US); ALLEN MARK) 10 mai 2001 (2001-05-10) * le document en entier *	1,2,5,9, 10,14	
A	US 6 224 692 B1 (CANTACUZENE SERBAN) 1 mai 2001 (2001-05-01) * figure 1 *	1,10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			G01K C32C G01N G01F C23C

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
29 juillet 2002	Ramboer, P

CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0115513 FA 611258

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 29-07-2002
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
WO 0133200	A	10-05-2001	AU	1751701 A	14-05-2001
			WO	0133200 A1	10-05-2001
			US	2002031737 A1	14-03-2002
US 6224692	B1	01-05-2001	FR	2782326 A1	18-02-2000
			EP	0979879 A1	16-02-2000
			JP	2000064006 A	29-02-2000

EPO FORM P0465